

انکودر ها از نظر عملکرد و تکنولوژی ساختمان به چند گروه تقسیم بندی می گردند؟

در این مقاله تعریفی اولیه از تئوری انکودر، دسته بندی انکودر ها از نظر نحوه یا عملکرد، توضیحی در مورد تکنولوژی ساخت هر مدل به همراه مزایا و معایب آن ها خواهیم پرداخت.



همانطور که در مقاله [انکودر چیست؟ و کاربرد انکودر در کجاست؟](#) توضیح داده شده شفت انکودر یا همان انکودر، حسگری است که به یک محور گردنده متصل می شود و می تواند میزان چرخش محور را اندازه گیری نماید. مهمترین کاربرد انکودر ها تشخیص موقعیت یا شتاب زاویه ای (Position)، سرعت یا دوران (Velocity) و جهت چرخش (CW & CCW) می باشد. در واقع این تجهیز مکانیکی حرکت و جابه جایی را به یک رشته کد دیجیتالی یا آنالوگ تبدیل می کند و آن سیگنال را در مسیر فیدبک به تجهیز به نام دیکودر که خود بخشی از یک کنترلر بزرگ می باشد تحویل می دهد تا رمز گشایی نماید. یا به طور ساده تر انکودر ها وسیله ای هستند که حرکت دورانی یا خطی را به سیگنالهای دیجیتالی یا آنالوگ جهت پردازش در PLC ها (به طور مثال سیگنال ولتاژی ۰ تا ۱۰ ولت و یا سیگنال آمپری ۴ تا ۲۰ میلی آمپر) تبدیل می نمایند. بسته به نوع نیاز و محل نصب انکودر ها، تنوع زیادی از آن ها وجود دارد که مهندسين پروژه به ازای آن ها، انکودر خود را از آن دسته بندی انتخاب می کنند. در این مقاله سعی بر آن شده است که این دسته بندی را جدای از نوع خروجی و سیگنال دهی

انکودر ها و حتی نوع ساختار انکودر توضیح دهیم. از این نظر به دلیل بالا بودن اطلاعات فنی، در مقاله ای دیگر مورد بحث و بررسی قرار داده خواهند شد.

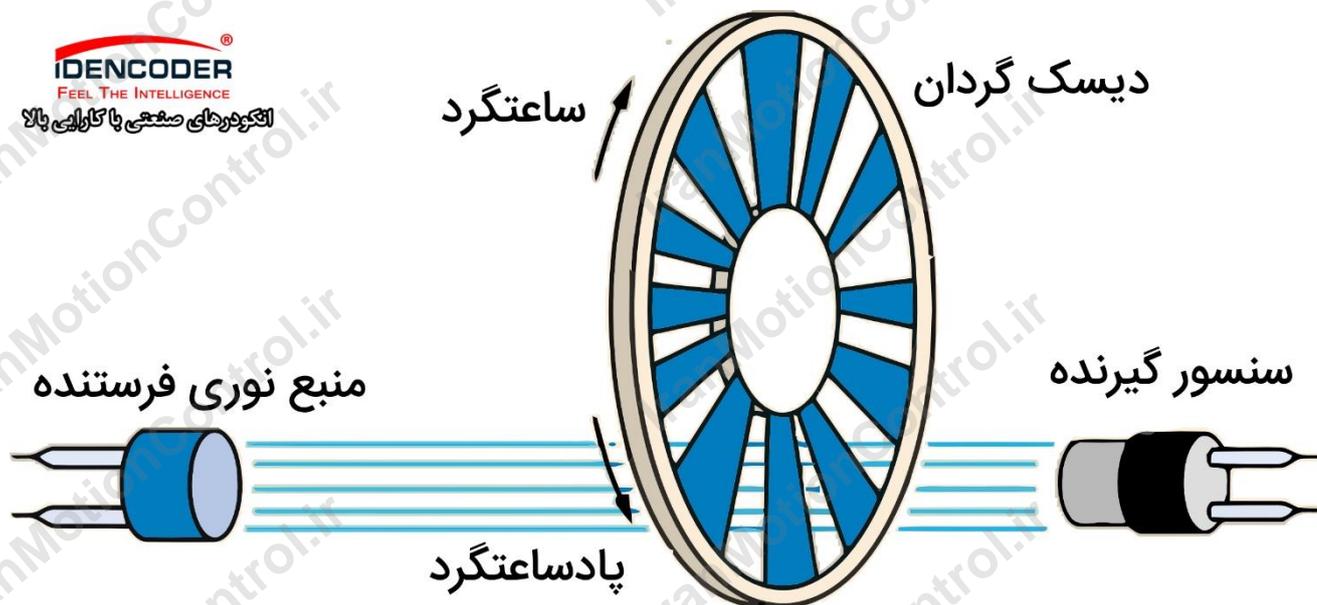
شما می توانید از اینجا مقاله [انواع انکودر ها از نظر ساختار فیزیکی به چند گروه تقسیم بندی می گردند؟](#) را مطالعه نمایید.

انکودر ها از نظر تکنولوژی ساخت به چهار نوع جامع تقسیم بندی می شوند:

۱. انکودر های نوری (Optical Encoders)
۲. انکودر های مغناطیسی (Magnetic Encoders)
۳. انکودر های خازنی (Capacitor Encoders)
۴. انکودر های مکانیکی (Mechanical Contact Encoders)

۱. انکودر نوری چیست؟ (Optical Encoder)

معمولا در اکثر موارد انکودر ها از نوع نوری می باشند. همانطور که از نام این مدل انکودر مشخص می باشد،



مکانیزم عملکرد آن براساس ارسال پرتو نوری می باشد. اساس کار همه ی انکودر های نوری به این ترتیب است که یک دیسک گردان که بر روی شفت موتور (یا قسمت متحرک که همان شفت انکودر می باشد) سوار بوده و همراه موتور به صورت سنکرون چرخانده می شود. بدین ترتیب این چرخش موجب تغییر اطلاعات رسیده به سنسور گیرنده ی اطلاعات می شود و سنسور با دادن این پالس ها به یک پردازنده، آن را قادر به محاسبه اطلاعات مورد نیاز ما (سه پارامتر Position ، Velocity ، CW & CCW) می کند.

به طور مثال یک سیگنال نوری بعد از متساعد شدن، از دیسک گردان عبور نموده و به سنسور نوری متقابل خود می رسد و مجموعه پالس های تولیدی توسط سنسور به پردازنده داده می شود. داخل این انکودر یک دیسک شیشه ای گردان، شفاف و مدور (چه از نوع افزایشی و چه از نوع مطلق) وجود دارد که از طریق کوپل مکانیکی به شفت گردنده انکودر متصل می باشد و همراه با آن با سرعت یکسان شروع به گردش می کند. این دیسک شیشه ای دارای چندین محدوده علامت دار هم مرکز، مرتبط با موقعیت و زاویه واقعی می باشد. اینکه شکل دیسک، تعداد و فاصله بین مرز سیاه و سفید، قطر دیسک و آرایش آن به چه صورت باشد، به طور مستقیم به نوع خروجی و پروتکل انکودر مرتبط می باشد که ما در دو مقاله انکودر افزایشی (Incremental Encoder) چیست؟ و انکودر مطلق (Absolute Encoder) چیست؟ به تفصیل به آن پرداخته ایم.

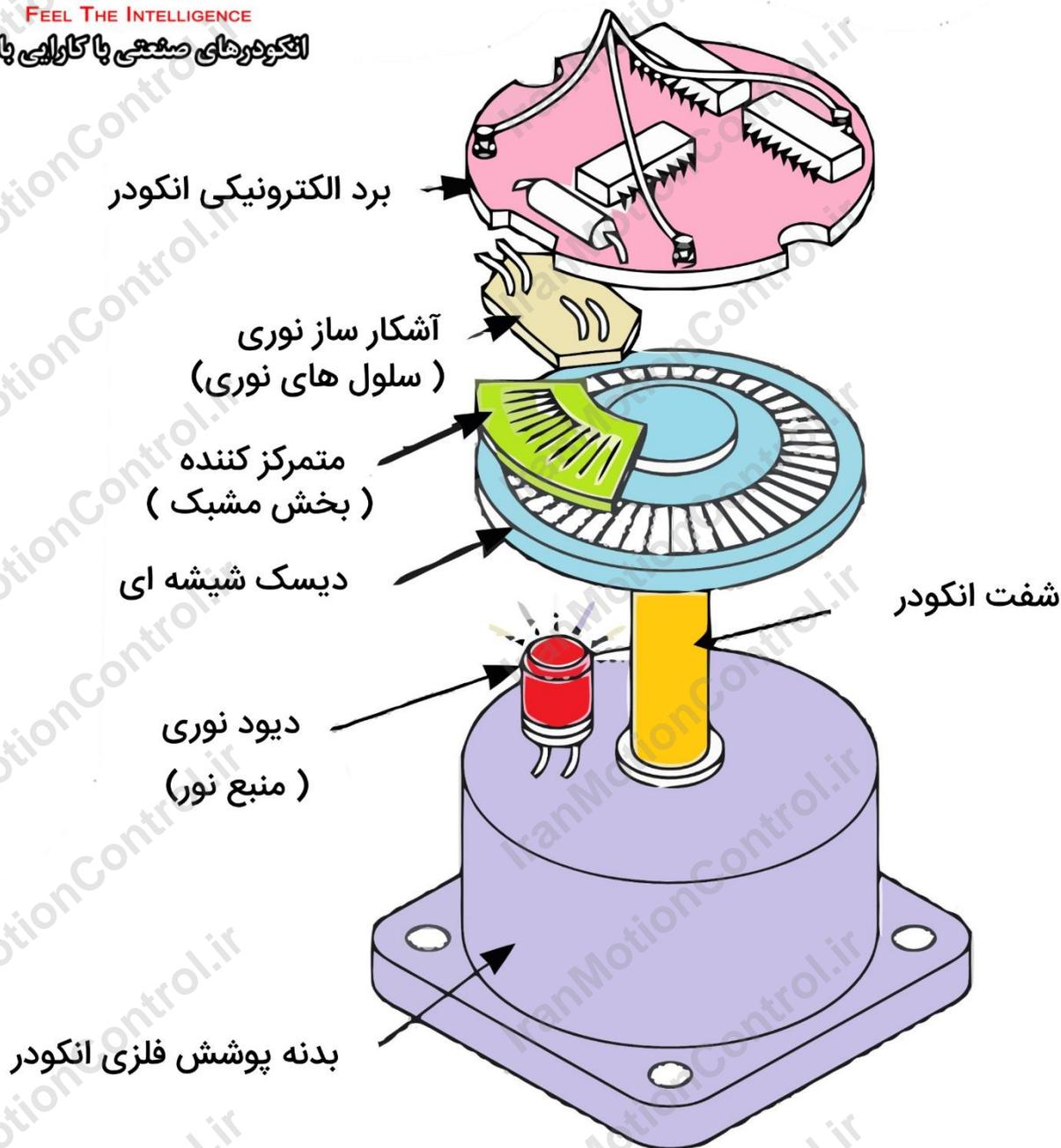
شما می توانید از اینجا دو مقاله انکودر افزایشی (Incremental Encoder) چیست؟ و مقاله انکودر مطلق (Absolute Encoder) چیست؟ را مطالعه نمایید.

۱/۱. اجزای اصلی یک انکودر نوری:

اغلب انکودرهای نوری که امروزه طراحی و تولید می شوند بر اساس اسکن فتو الکتریکی ساخته و عمل می کنند. پیش از آنکه به تقسیم بندی های دیگر پردازیم لازم است با اجزا انکودر نوری و ساختار هایی که ممکن می باشد آنها داشته باشند، آشنا شویم.

اجزای داخلی یک انکودر نوری به شرح زیر می باشد:

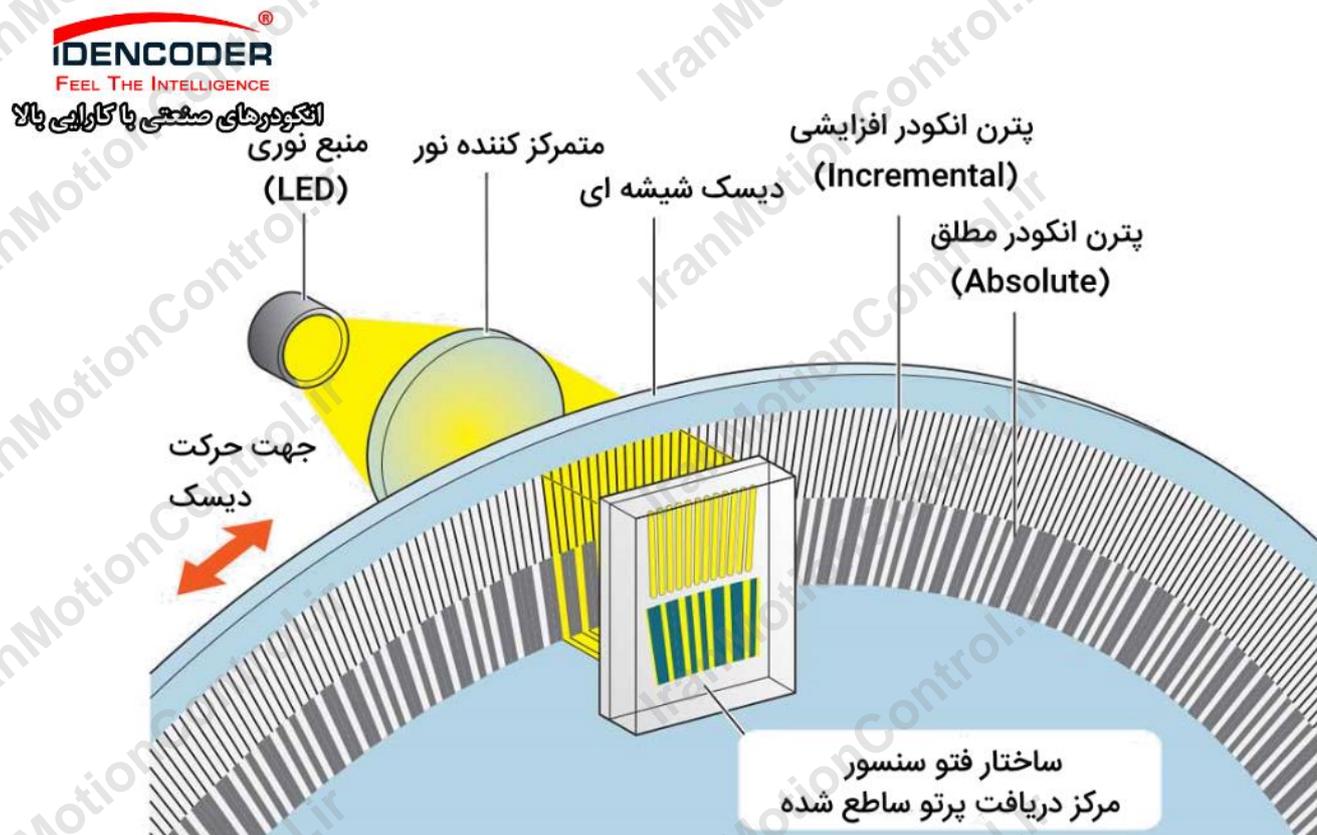
- ✓ منبع نور (Light Source)
- ✓ لنز متمرکز کننده پرتوهای نور (Condenser Lens)
- ✓ بخش مشبک (Scanning Reticle)
- ✓ دیسک مدرّج (Graduated Disk)
- ✓ سلولهای نوری (Photovoltaic Cells)
- ✓ شفت انکودر (Shaft Encoder)



مکانیزم و عملکرد این انکودر بدین صورت می باشد که یک صفحه دایره ای شیار دار از نوع شیشه ای شفاف با پترن (Pattern) یا بخش های سیاه و شفاف خاص، به محور گردنده ای متصل شده و در یک سمت آن یک فرستنده (Transfer) نوری (Photo Diode) و در طرف دیگر یک گیرنده نوری (Receiver Diode) که به صورت LED می باشد، قرار داده شده است. با چرخش دیسک شیشه ای و عبور بخش های شفاف و

تجهیزات کنترل حرکت ایران

تیره از مقابل دیود فرستنده نوری، در سمت گیرنده قطار پالس الکتریکی به صورت سیگنال ظاهر می شود. به تعبیری دیگر می توان گفت زمانی که نور ساطع شده توسط فرستنده از شیارهای صفحه مدور عبور و توسط گیرنده دریافت گردد، مقدار سطح ولتاژ بسته به نوع آن (HTL یا TTL) خروجی یک (بیشترین سطح ولتاژ) و زمانی که نور ارسالی به پره ها یا همان بخش های تیره برخورد کند توسط گیرنده دریافت نشده و مقدار ولتاژ خروجی گیرنده صفر (کمترین سطح ولتاژ) می گردد. خروجی این آشکار ساز که به نام دیکودر نوری (Decoder) نیز می شناسند متناسب با آرایش و پترن کد روی دیسک شیشه ای یا وضعیت حرکت شفت انکودر به صورت بیشترین (high) یا کمترین (low) خواهند بود. بدین ترتیب رشته پالس های الکتریکی صفر و یک تولید شده به شکل بسته ای از کد، آماده تحلیل و پردازش برای کنترلر ها می باشد. تمامی بخش های توضیح داده شده در عکس زیر مشخص می باشد:



به طور کلی توقعاتی که می توان از انکودر های نوری داشته باشیم به سه بخش زیر تقسیم بندی می شود:

۱. داشتن دقت و رزولوشن بالا (High Accuracy)
۲. قابلیت اطمینان بالا در عملکرد (High Reliability)

۳. قیمت نسبتاً کم (Relatively Low Cost)

دقت انکودر های نوری در مقایسه با سه نوع دیگر که در ادامه به آن خواهیم پرداخت، بسیار بالا می باشد که این رزولوشن به کمک مدارات الکترونیکی قابل افزایش است. حتی در این زمینه دقت انکودر های ساخته شده به مقدار 1nm (یک نانو متر) یا در زاویه های ۰/۰۰۰۰۱ (۱ صد هزارم) درجه می رسد.

موارد استفاده انکودر های نوری بسیار متنوع و متعدد می باشد به ویژه در کاربردهایی که دقت و حساسیت اهمیت بسزا و حیاتی دارد. برخی از کاربرد های انکودر های نوری به شرح ذیل می باشد:

- ✓ ماشین های صنعتی مثل CNC ها
- ✓ صنایع روباتیک
- ✓ تجهیزات کالیبراسیون
- ✓ صنایع هوانوردی و فضایی
- ✓ تجهیزات پزشکی مانند دستگاه های عکس برداری (X-Ray Imaging)
- ✓ کارخانجات تولید نیمه هادی
- ✓ تجهیزات نقشه برداری
- ✓ تلسکوپ ها و آنتن های مخابراتی بزرگ



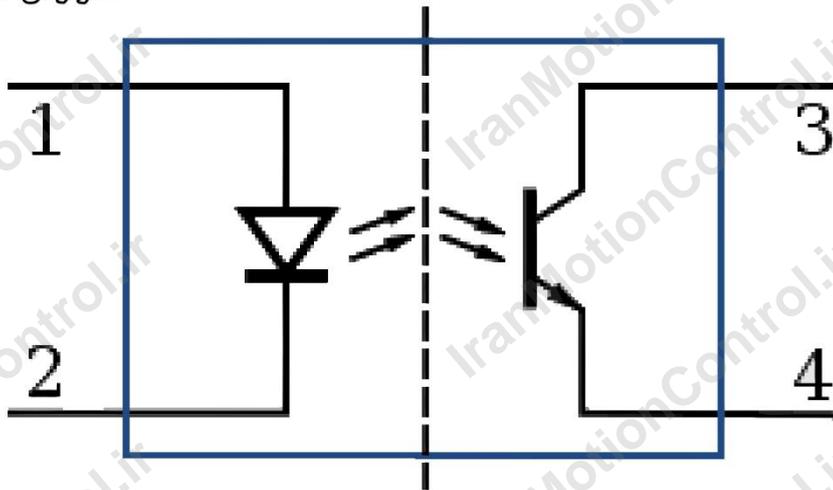
اما در اینجا اجزای اصلی داخلی یک انکودر نوری توضیح داده می شود:

۱/۲. شمارنده یا حسگر نوری انکودر (Optical Counter Encoder) :

تصور نمایید یک انکودر نوری را به صورت طولی برش داده ایم. اصلی ترین بخشی که در نگاه اول می بینیم شمارنده نوری است که خود آن شامل یک فرستنده و یک گیرنده مادون قرمز است که در وسط آن ها یک دیسک شیشه ای مدور و شیار دار قرار می گیرند. با چرخش این صفحه و عبور شیار های آن از مسیر دید فرستنده و گیرنده مادون قرمز، در قسمت گیرنده قطاری از صفر و یک ها تولید خواهد شد که با شمارش آن ها در یک زمان معین می توان سرعت را پارامتر هایی که در ابتدای مقاله به آن ها اشاره گردید را اندازه گیری نمود. این نکته قابل ذکر می باشد که از طریق این پروسه صرفا مسافت طی شده نسبت به نقطه صفر قابل اندازه گیری می باشد و نمی توان جهت چرخش را معین نمود. جهت چرخش از ساختار و نوع کانال های خروجی مشخص می گردد که ما در مقاله انکودر افزایشی (Incremental Encoder) چیست؟ به آن اشاره خواهیم نمود.

ساختار داخلی فرستنده و شمارنده نوری به صورت شکل زیر می باشد. پایه های یک و دو به یک فرستنده مادون قرمز متصل شده اند. گیرنده مادون قرمز سمت دیگر (پایه های سه و چهار) یک ترانزیستور حساس به اشعه مادون قرمز می باشد. اشعه ارسالی از فرستنده در صورت برخورد به گیرنده باعث تحریک پایه بیس گیرنده شده و جریان از پایه ۳ به سمت پایه ۴ برقرار خواهد شد.

مدار شماتیک فرستنده و گیرنده شمارنده نوری به صورت تصویر شکل زیر می باشد.



۱.۳. شاتر (Shutter)

اصلی ترین بخش یک انکودر نوری شاتر آن است. دلیل مهم بودن آن اینست که رزولوشن و دقت وابسته به آن است. شاتر از بلبرینگ، دیسک، شفت، رولتیک و بدنه تشکیل شده است. موارد سازنده دیسک و رولتیک هم از نوع فلزی می باشد و هم از نوع شیشه ای (glass). البته در جاهایی که ممکن می باشد محل نصب خطرناک باشد از نوع فلزی استفاده می شود. در مقابل شیشه این ویژگی را دارد که دقتش بالاتر است زیرا سطح صاف (Flat) بهتری دارد و همچنین تنش گرمایی آن پایین تر است. جنس شفت و بلبرینگ ها معمولا استیل بدون زنگ (Stainless Still) است که دقت و استحکام بالا و استهلاک کمتری نسبت به باقی گزینه ها دارد. تمامی این موارد تحت استاندارد های خاصی تولید و ارائه می شوند که اکثر کمپانی ها این استاندارد ها را رعایت می کنند.

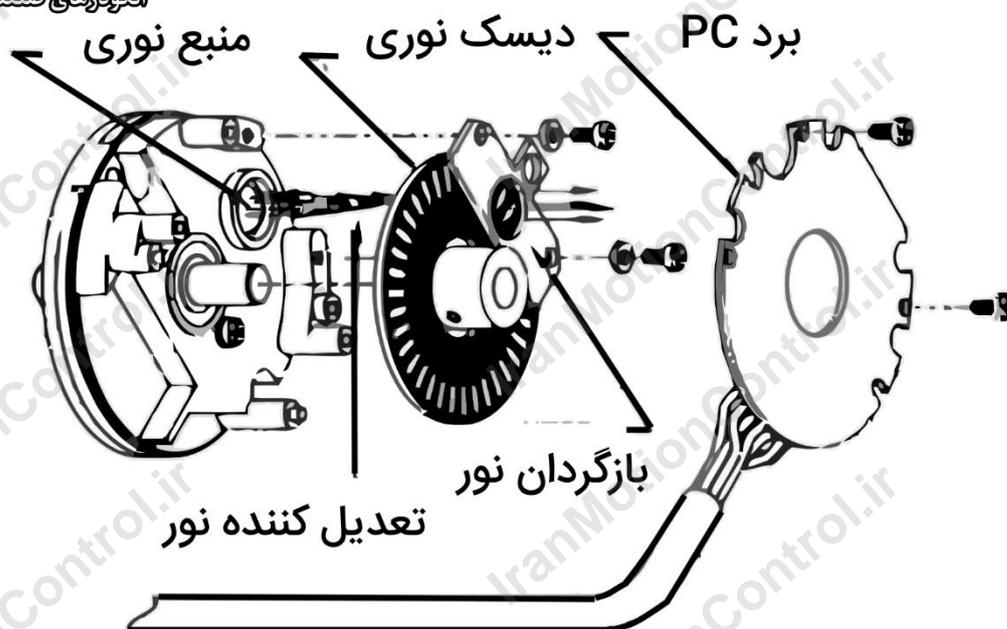
تجهیزات کنترل حرکت ایران

IDENCODER
FEEL THE INTELLIGENCE

انکودرهای صنعتی با کارایی بالا

IDENCODER
FEEL THE INTELLIGENCE

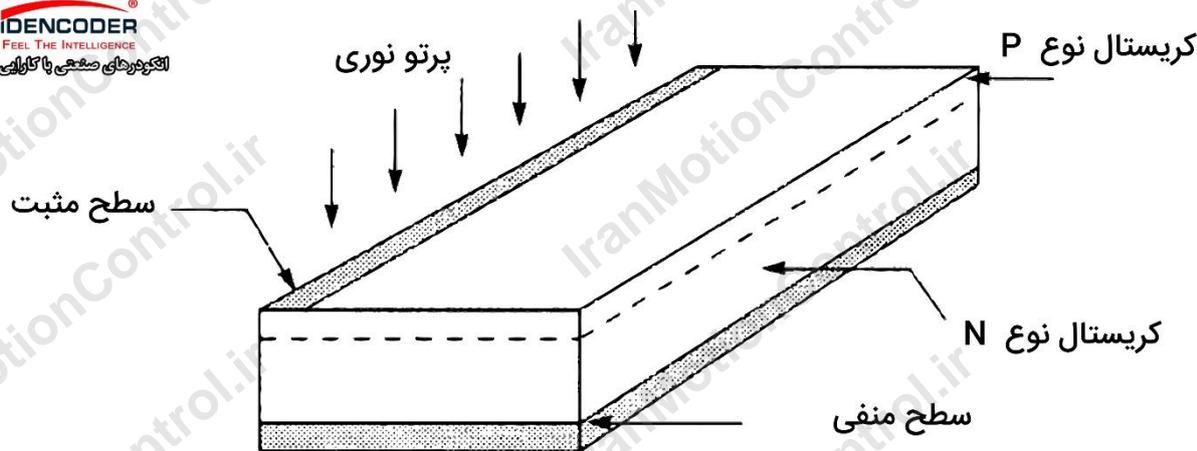
انکودرهای صنعتی با کارایی بالا



۱/۴. سنسور گیرنده:

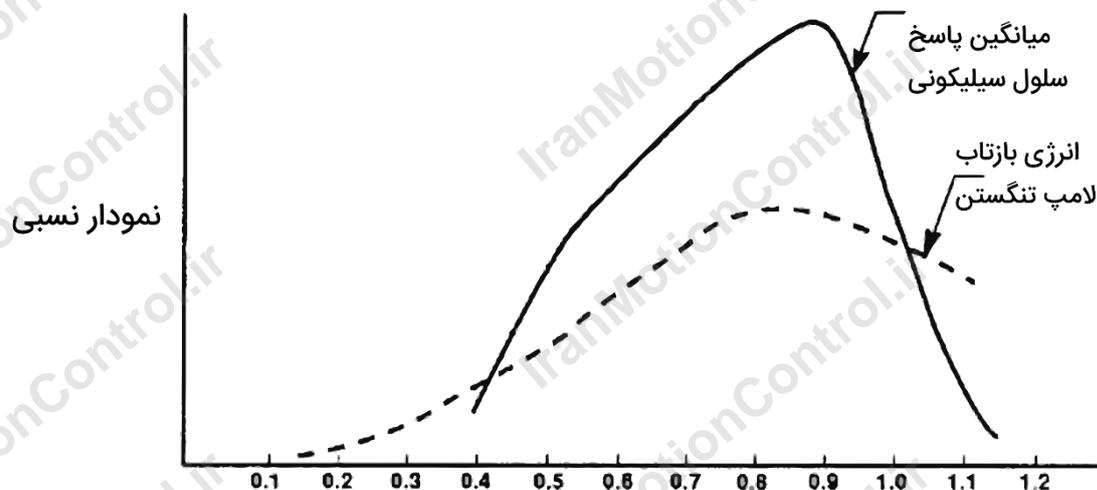
سنسورهای گیرنده پرتو نوری معمولا از یک سلول سیلیکونی فتوولتاییک با پهنای زیاد (Wide Area Silicon Photovoltaic) استفاده می شود در قلب این سلول یک کریستال نوع N وجود دارد که لایه P روی آن قرار گرفته است. این کریستال هنگامی که توسط پرتو نوری صادر شده روشن شود خروجی ولتاژی در دو سر خود ایجاد می کند. اساس کار بدین صورت است، هنگامی که فوتون نور حاوی انرژی به بلور سیلیکون اصابت می کند یک جفت سوراخ الکترونی روی آن تشکیل می شود . حال اگر به ازای گردش شفت و دیسک داخل انکودر، تعداد فوتون ها افزایش یابد در پیوند P-N اختلاف پتانسیل ایجاد می شود و هنگام اتصال بار (خروجی) به دو سر کریستال این ولتاژ به جریان قابل استفاده تبدیل می گردد که با نور دریافتی تغذیه می شود. تغذیه جهت روشن نمودن سنسور های انکودر و شروع عملکرد آن ها وابسته به سطح ولتاژ ورودی (HTL-TTL) می باشد.

تجهيزات کنترل حرکت ایران



انکودر نوری با سلول سیلیکونی نسبت به همتاهای خود یعنی فوتو دیودها (Photo Diode) و فوتو ترانزیستور ها (Photo Transistor) مزیت های بیشتری دارد. اصلی ترین مزیت آن که بر خلاف آن دو عملکرد بدون نیاز به تغذیه بیرونی بیرونی می باشد. در ضمن این مدل انکودر نوری نسبت به عوامل محیطی همچون نویز و اختلال مقاومت بیشتری را دارا می باشد و لذا پاسخ طیفی آن گسترده تر می باشد. نمودار عملکرد این سلول در مقایسه با انرژی ساطع شده از لامپ تنگستنی در زیر قابل مشاهده می باشد:

تجهيزات کنترل حرکت ایران



مزایا استفاده از انکودر نوری:

- ✓ قیمت متناسب تر نسبت به نمونه های دیگر
- ✓ بازه رزولوشن بیشتر
- ✓ قابلیت اطمینان از سیگنال خروجی

معایب استفاده از انکودر نوری:

- ✓ عملکرد آن در محیط هایی که گرد و خاک و رطوبت وجود داشته باشد کاهش می باشد.
- ✓ در صورت ضربه، دیسک شیشه ای آسیب می بیند و در صورت کمترین خط روی آن، عملکرد انکودر دچار اختلال می شود.

۲. انکودر مغناطیسی چیست؟ (Magnetic Encoder)

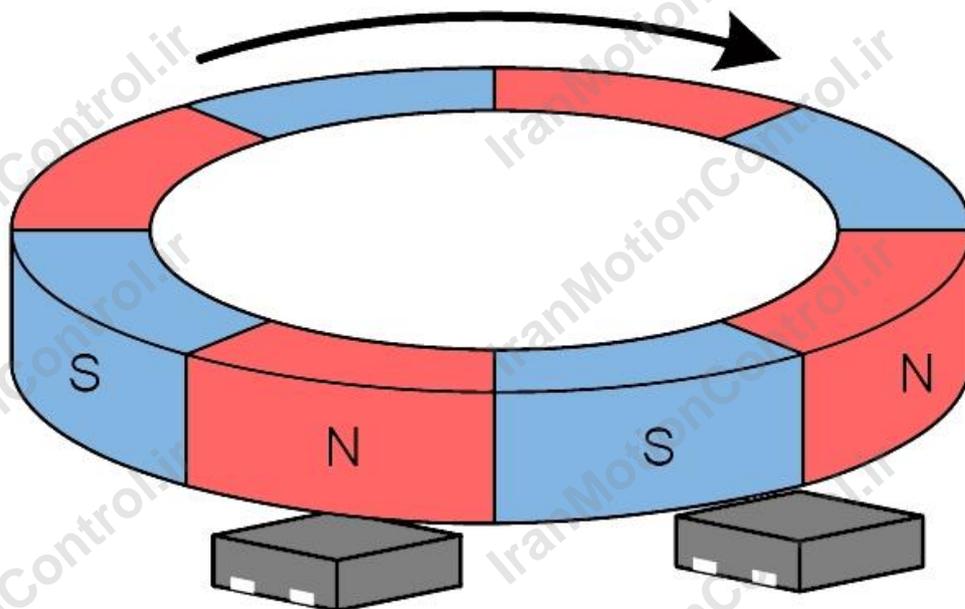
انکودر های مغناطیسی دسته ی دیگری از انکودر ها هستند که تکنولوژی آن ها از انکودر های نوری به روزتر می باشد. زمان شروع ساخت این مدل انکودر ها حدودا به دهه اخیر بر می گردد. عملکرد کلی و ساختار آن ها بدین گونه می باشد که با تغییر میدان مغناطیسی بر اثر چرخش دیسک مغناطیسی شده به واسطه موقعیت های مختلف شفت انکودر، براساس دو تکنولوژی حسگر داخلی (Sensing) که در ادامه به آنها اشاره می شود، سیگنال های الکتریکی ایجاد و در خروجی ظاهر می شود. در واقع دیسک انکودر در مقابل

تجهيزات کنترل حرکت ایران

سنسوری خواهد چرخید که در نتیجه آن یک موج سینوسی ایجاد و سپس این سیگنال به یک موج مربعی بر حسب نیاز تبدیل می شود. روش های Sensing به شرح ذیل می باشد:

۱. سنسور اثر هال (Hall Effect)
۲. سنسور مگنتو رزیستیو (Magneto Resistive)

جهت گردش انکودر مغناطیسی



سنسور های اثر هال

- ۲/۱. انکودر مغناطیسی بر پایه اثر هال (Hall Effect)

در صورتی که یک ماده هادی یا نیمه هادی که حامل جریان الکتریکی است در یک میدان مغناطیسی به شدت چگالی شار B که عمود بر جهت جریان عبوری I می باشد، قرار گیرد، ولتاژی به مقدار V در عرض هادی تولید می شود. در واقع هر بار که به این سنسور میدان مغناطیسی وارد گردد باعث می شود که سنسور یک پالس خروجی متناسب با سرعت گردش دیسک مغناطیسی ایجاد نماید. در شکل زیر ساده ترین حالت این عملکرد به ترسیم کشیده شده است:

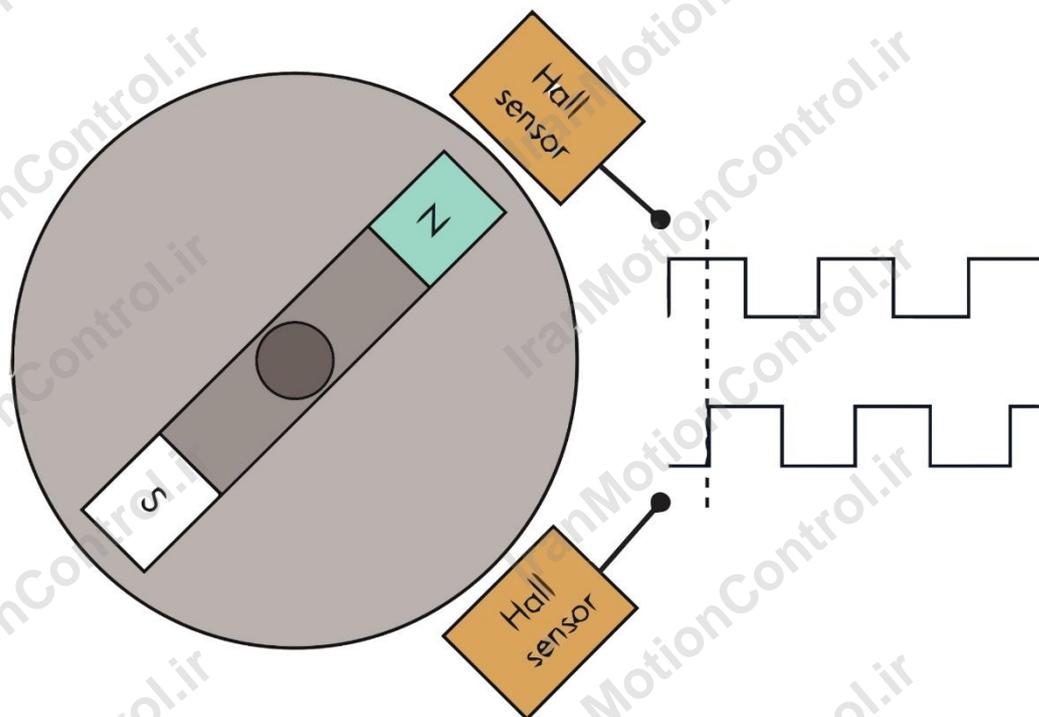
تجهيزات کنترل حرکت ایران

IDENCODER
FEEL THE INTELLIGENCE

انکودرهای صنعتی با کارایی بالا

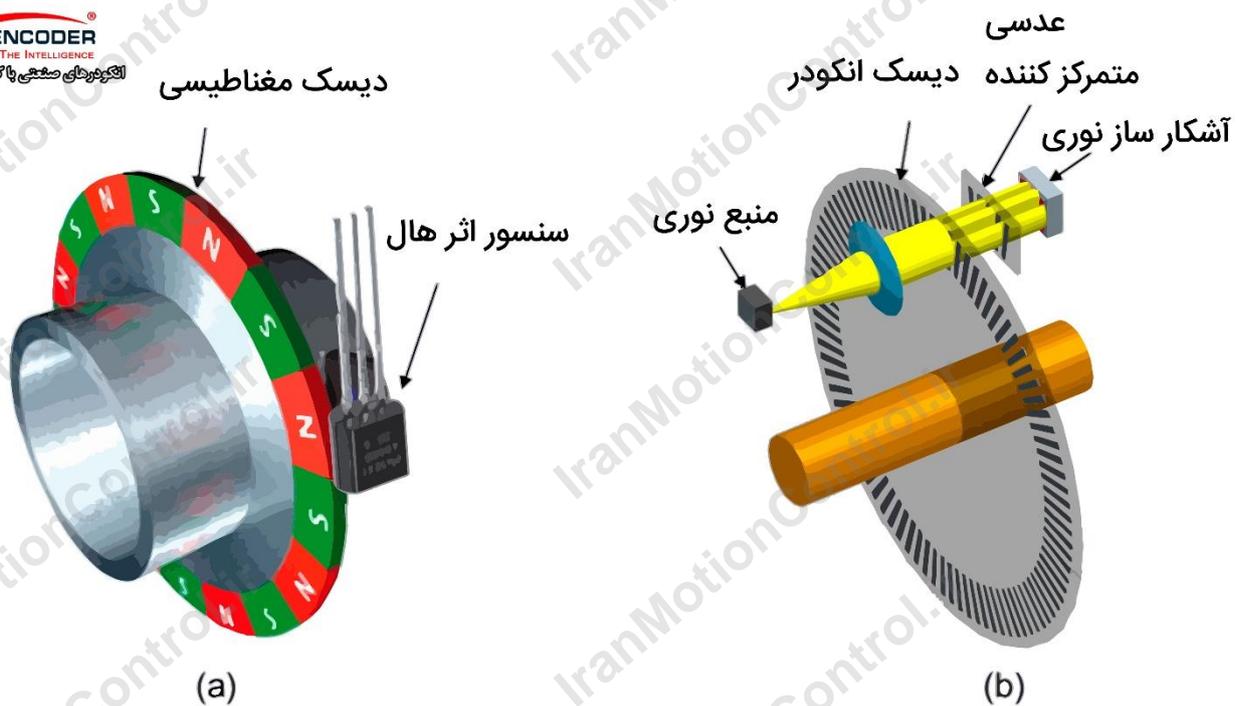
IDENCODER
FEEL THE INTELLIGENCE

انکودرهای صنعتی با کارایی بالا



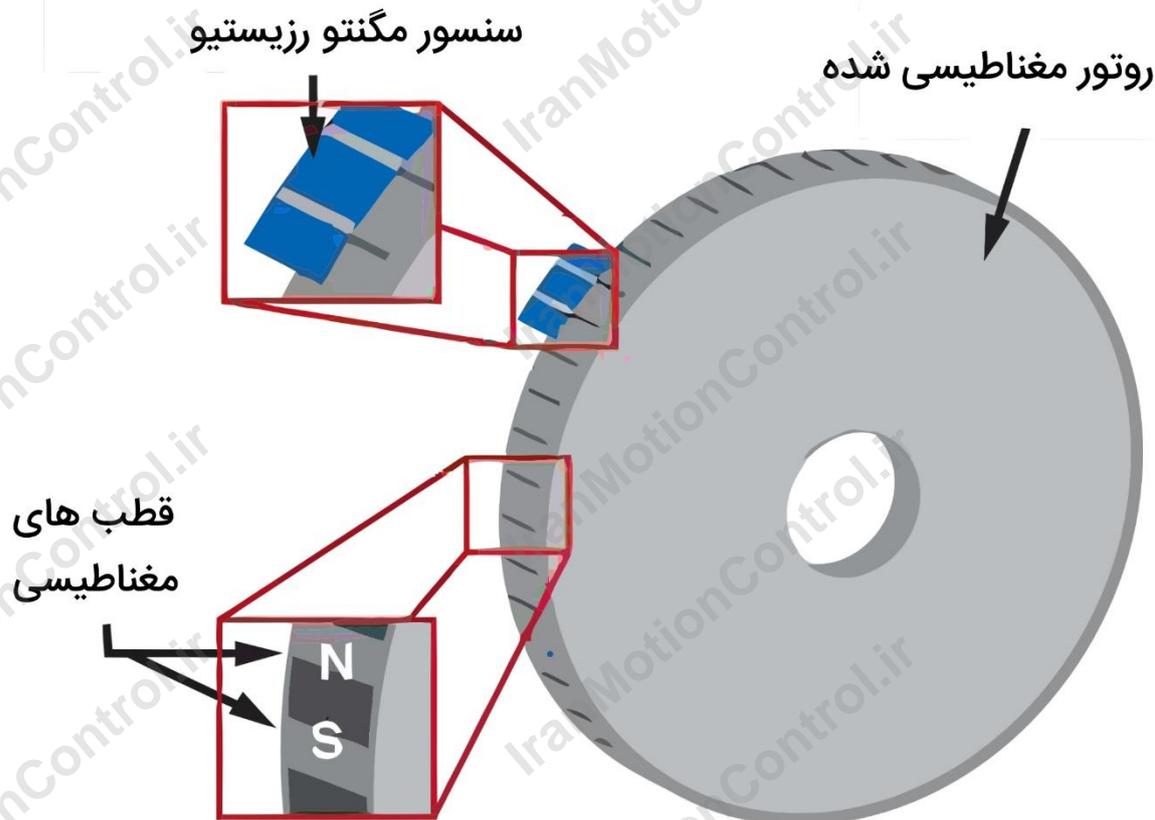
در شکل زیر نیز مقایسه ای بین دیسک انکودر نوری (B) با دیسک انکودر مغناطیسی از نوع اثر هال (A) مشخص گردیده است:





۲/۲. انکودر مغناطیسی بر پایه مگنتو رزیستیو (Magneto Resistive)

در سنسور مگنتورزیستیو از موادی استفاده شده است که مقاومت داخلی آن با تغییر میدان مغناطیسی، تغییر می کند. در واقع عملکرد بدین صورت می باشد که با تغییر میدان مغناطیسی ناشی از چرخش دیسک مغناطیسی شده، مقاومت سنسور هم تغییر می کند و لذا ولتاژ خروجی سنسور کاهش و افزایش می باشد. در شکل زیر تصویری از نحوه کارکرد این مدل انکودر قابل مشاهده می باشد. اگر بخواهیم این دو روش ذکر شده را مقایسه نماییم، سنسور های اثر هال ارزانتر اما دقت کمتری نسبت به سنسور های مگنتو رزیستیو دارند و نسبت به نویز حساسیت بیشتری دارند.



اما باید در یک زیر دسته دیگر مفهوم رزولوشن یا دقت را برای انکودر های مغناطیسی توضیح دهیم.

۲/۳ مفهوم رزولوشن در انکودر های مغناطیسی

رزولوشن در سیستم مغناطیسی هم مانند سیستم نوری تعریف می شود، به این معنی که دیسک گردان تا چه حد قدرت تفکیک زوایای قرارگیری شفت یا همان پالس های الکتریکی خروجی را فراهم می کند. در سیستم مغناطیسی رزولوشن به عواملی مثل: تعداد جفت قطب های مغناطیسی روی دیسک گردان (P ها و N ها)، تعداد سنسورها و نوع مدار الکتریکی بستگی دارد.

مزایا استفاده از انکودر مغناطیسی:

✓ مقاوم در برابر گرد و خاک و رطوبت و آلودگی های محیطی

تجهیزات کنترل حرکت ایران

- ✓ دارای حجم کم به خاطر استفاده از تکنولوژی مدارهای مجتمع
- ✓ قابلیت اطمینان و طول عمر بیشتر

معایب استفاده از انکودر مغناطیسی:

- ✓ حساس نسبت امواج رادیویی و تداخل های مغناطیسی
- ✓ رزولوشن کمتر
- ✓ حساسیت به دما
- ✓ صحت کمتر اطلاعات نسبت به برخی از انکودر های نوری

اما به دلیل اینکه در حال حاضر اکثر انکودر ها تولید شده توسط سازندگان یا از نوع نوری می باشند یا از نوع مغناطیسی، ما در جدول زیر مقایسه کلی تفاوت انکودر نوری با مغناطیسی را در یک نگاه به ترسیم کشیده ایم.

انکودر مغناطیسی	انکودر نوری
آسیب پذیری کمتر نسبت به آلودگی و رطوبت	آسیب پذیری بیشتر به آلودگی و رطوبت و گرد و خاک
مقاومت در برابر ضربه	احتمال شکستن دیسک بر اثر ضربه
مقاومت در مقابل تنش و لرزش	مقاومت کمتری در اثر لرزش
قیمت کمتر	قیمت بیشتر
ساختمان داخلی کوچک تر	سایز بزرگتر
امکان تداخل با امواج مغناطیسی	عدم تداخل با سایر سیگنال ها و نویز محیط
امکان ساخت رزولوشن کمتر	امکان ساخت رزولوشن بالاتر

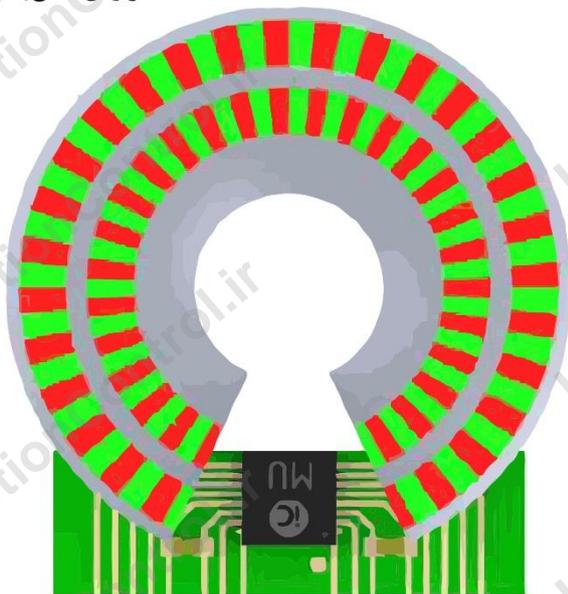
در شکل زیر تفاوت دیسک نوری و مغناطیسی به ترسیم کشیده شده است:

تجهيزات کنترل حرکت ایران

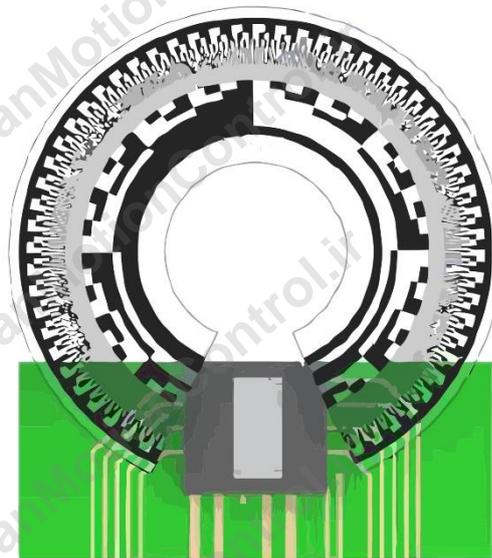
IDENCODER
FEEL THE INTELLIGENCE

انکودرهای صنعتی با کارایی بالا

IDENCODER
FEEL THE INTELLIGENCE
انکودرهای صنعتی با کارایی بالا



دیسک انکودر مغناطیسی



دیسک انکودر نوری

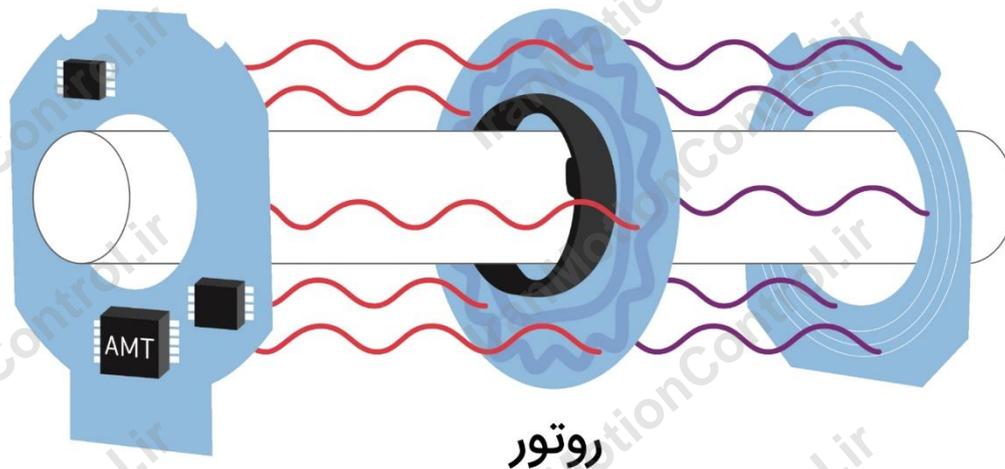
۳. انکودر خازنی چیست؟ (Capacitor)

همانطور که از نام این انکودر ها مشخص می باشد، عملکرد انکودرهای خازنی بر پایه تغییر ظرفیت خازنی در داخل انکودر می باشد که اندازه گیری مقدار پیموده شده، موقعیت شفت و تولید سیگنال خروجی با استفاده از این فرایند محقق می شود. اگر بخواهیم نحوه کارکرد یک خازن را توضیح دهیم بدین صورت می باشد که با قرار دادن یک جسن عایق با دی الکتریک متفاوت در بین دو جسم یا صفحه رسانا توانسته ایم خازن الکتریکی تولید نماییم. حال این تعریف را برای انکودر بسط می دهیم. همانطور که در شکل زیر مشخص می باشد در انکودر های خازنی، یک صفحه رسانا با شکلی نامتقارن (که ظرفیت های خازنی به نوع شکل این صفحه مرتبط است) با چرخش شفت می چرخد و لذا این حرکت باعث تغییر ظرفیت خازن بین دو الکترود می شود. این تغییر ظرفیت قابل اندازه گیری است و می تواند از آن به عنوان پالس برای محاسبات پردازنده یا همان کنترلر استفاده کرد.

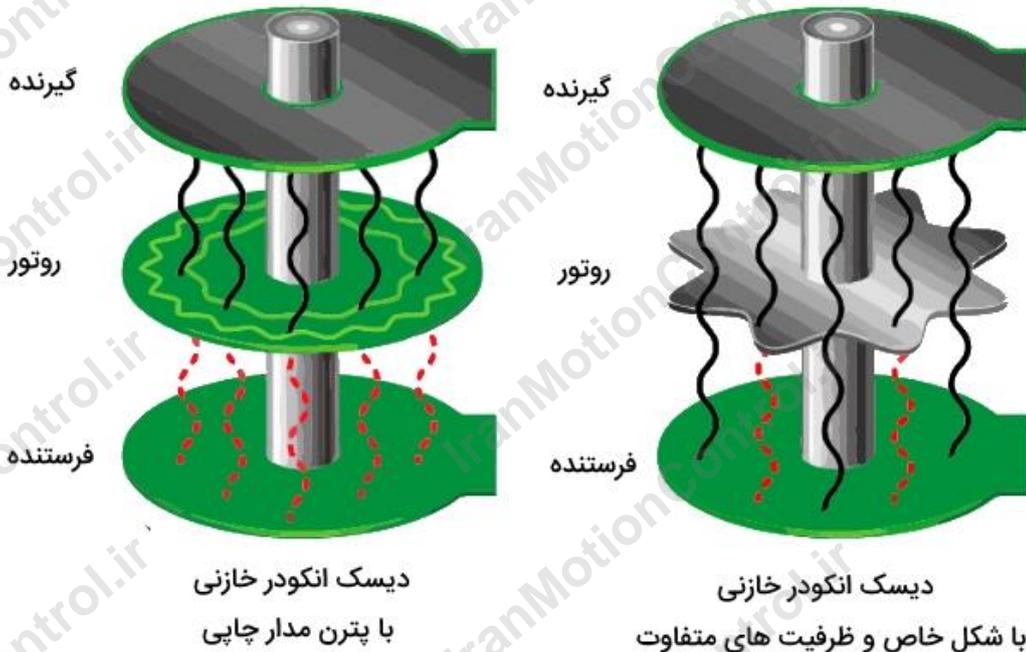
ساختار تولید پالس انکودر خازنی

فرستنده

گیرنده

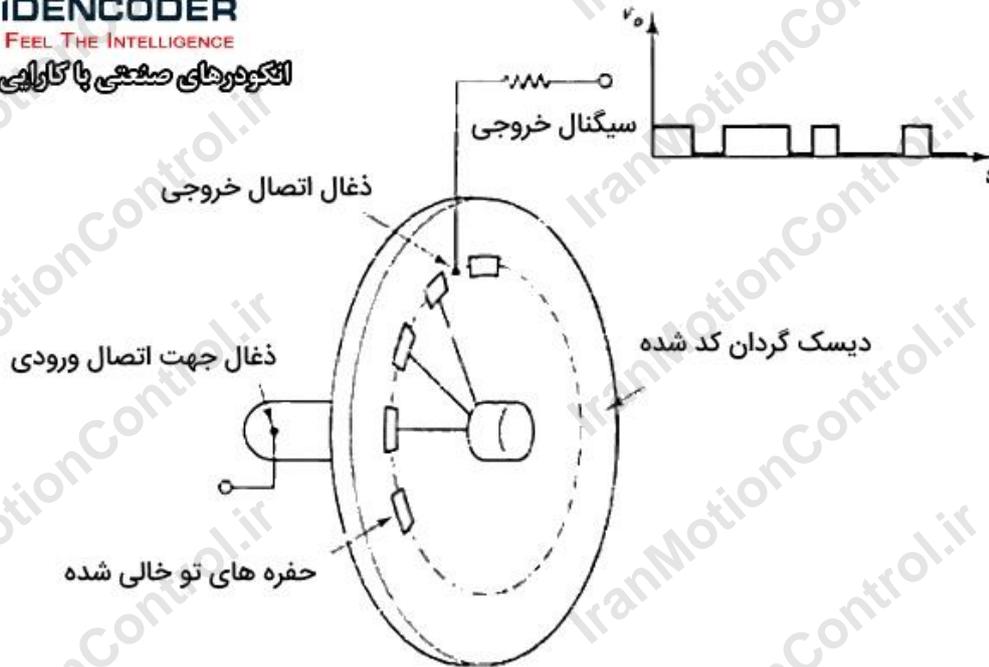


انکودرهای خازنی نسبت به انکودر نوری و مغناطیسی، در دنیای صنعت تازه وارد محسوب می‌شوند و به دلیل نوع تکنولوژی پیچیده آن‌ها کاربرد کمتری را دارد. دقت و رزولوشن خروجی انکودرهای خازنی همانند مدل‌های مغناطیسی می‌باشند. این بدان معناست که دقت انکودرهای نوری همچنان در صدر مقایسه بین انکودرها می‌باشد. اصلی‌ترین عیب انکودرهای خازنی بالا بودن قیمت آن‌ها به واسطه نوع طراحی دیسک گردان آن‌ها می‌باشد. در نتیجه این مدل انکودرها کمتر در صنایع استفاده می‌شوند. همچنین این مدل انکودرها دارای دو نوع روتور متفاوت می‌باشند. اول مدل به صورت برد چاپی می‌باشد و نوع دوم به صورت دیسک برش داده شده است. لطفاً به شکل زیر توجه نمایید:



۴. انکودر مکانیکی چیست؟ (Mechanical Contact)

عملکرد انکودر های مکانیکی که با نام سویچ های گردان نیز شناخته می شوند بدین گونه می باشد که سیگنال خروجی این انکودر ها به کمک یک مدار با مقاومت متغیر (شبیه به پتانسیومتر اما با دقت حرکتی بسیار بالاتر) تعیین می گردند. این نوع انکودرها دارای یک دیسک فلزی رسانا می باشند که روی آن قطاع هایی از دواير متحدالمرکز با شعاع های مختلف خالی شده اند. این دیسک متحرک با مواد عایقی به شفت انکودر متصل شده است. بخش ثابت که روی آن کانتکت هایی قرار دارد با دیسک فلزی در تماس است. با چرخش شفت و متقابلا دیسک ، کانتکت ها با فلز برخورد نموده و وضعیت آن ها به باز تغییر وضعیت می دهد (Switch On) و برخی به درون حفره های خالیاز پیش تعیین شده می افتند و وضعیت آن ها بسته باقی می ماند (Switch Off) . دیسک فلزی گردنده به یک منبع جریان متصل است. بنابراین هر زاویه ای که سوئیچ داشته باشد متناظر با یک کد باینری یکتا در پایه های خروجی انکودر ظاهر می شود.



دقت این روش سنسینگ پایین، نویز و استهلاک کاری آن بالا می باشد. به دلیل اینکه کانتاکت ها دائما در تماس و اصطکاک با دیسک می باشند، پس این سوئیچ ها مستعد خرابی بر اثر فرسودگی هستند. لذا کاربرد این نوع انکودر محدود بوده و اکثرا در کنترل دستی دستگاه ها استفاده می شوند.

در انتها امیدواریم که از مقاله بالا اطلاعات لازم را کسب نموده باشید. لازم به ذکر است در حال حاضر انکودر های بیشماری طراحی و ساخته می شود. این شرکت قابلیت معادل سازی و ارائه تمامی انکودر ها به شما مشتریان عزیز را دارا می باشد. در صورت لزوم از تماس با ما دریغ نفرمایید.

گردآورنده و نویسنده:

مهندس پدram